

# Estado del Sistema Mundial de Observación del Clima

por la Secretaría del Sistema Mundial de Observación del Clima



La observación global de la atmósfera, la superficie y los océanos de la Tierra es esencial para evaluar la variabilidad del clima y el cambio climático, así como para comprender sus causas. Por ejemplo, observaciones y análisis recientes han mostrado que el nivel medio del mar ha continuado elevándose, y por primera vez ha sido posible determinar la importancia relativa de las contribuciones de la expansión térmica, la fusión de los hielos y el almacenamiento de agua en la superficie terrestre.

La observación también suministra datos que son fundamentales para evaluar, ajustar e inicializar los modelos numéricos que predicen el comportamiento del sistema climático para los próximos meses o estaciones, y que realizan proyecciones acerca de cómo cambiará el clima a largo plazo en función de diferentes hipótesis sobre emisiones de gases de efecto invernadero y otras actividades humanas. Las series largas de datos de observación han permitido al Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) difundir el mensaje de que el calentamiento del sistema climático mundial es inequívoco.

Este artículo destaca los principales resultados y conclusiones del *Estado del Sistema Mundial de Observación del Clima* (Informe)<sup>1</sup>, publicado a finales de 2015. El Informe ofrece una evaluación exhaustiva sobre cómo se está observando el clima, dónde se han hecho progresos, dónde no se han hecho y dónde la situación ha empeorado. Proporciona una base para identificar las acciones requeridas para reducir las lagunas de conocimiento, mejorar el seguimiento y la predicción, dar soporte a la mitigación y ayudar a cumplir la necesidad cada vez más urgente de información sobre impactos, adaptación y vulnerabilidad.

El citado Informe fue preparado por el Sistema Mundial de Observación del Clima (SMOC), un programa copatrocinado por la OMM, la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Consejo Internacional para la Ciencia (CIUC).

### **Resultados respecto a las observaciones atmosféricas, oceánicas y terrestres**

La observación global varía en su naturaleza, distribución y extensión a través de la atmósfera, los océanos y la superficie terrestre. Tras muchas décadas de recopilación de datos meteorológicos, la observación atmosférica es la más desarrollada, con una red relativamente densa, aunque no exenta de lagunas, sujeta a normas definidas y con alto nivel de intercambio de datos mediante centros internacionales de datos que abarcan casi todas, por no decir todas, las variables. La mejora de la observación atmosférica es continua.

Este artículo destaca los principales resultados y conclusiones del *Estado del Sistema Mundial de Observación del Clima* (Informe), publicado a finales de 2015. El Informe ofrece una evaluación exhaustiva sobre cómo se está observando el clima, dónde se han hecho progresos, dónde no se han hecho y dónde la situación ha empeorado.

<sup>1</sup> [http://library.wmo.int/pmb\\_ged/gcos\\_195\\_en.pdf](http://library.wmo.int/pmb_ged/gcos_195_en.pdf)



Estación de la red de Vigilancia de la Atmósfera Global (VAG) en Plateau Rosa (Italia)

La observación de los océanos se ha desarrollado rápidamente con una planificación y puesta en marcha de redes de observación de carácter internacional, y con nuevas tecnologías que permiten la recolección autónoma de más y mejores datos. Aunque todavía hay limitaciones y ciertos problemas con algunas redes existentes, están creadas las estructuras básicas para lograr una mejora continua.

Tradicionalmente las observaciones de la superficie terrestre se han realizado en escalas menores siguiendo diferentes normas y métodos en distintos países. El intercambio de datos en estas redes ha sido escaso en el pasado. Hoy en día, la observación desde el espacio está suministrando cobertura global de calidad en constante mejora para diferentes variables, está incrementándose el acceso abierto a los datos y se están experimentando progresos en otras áreas como, por ejemplo, las redes mundiales para el seguimiento de glaciares y del permafrost. Se han desarrollado

normas, métodos y protocolos para el intercambio de datos relativos a variables hidrológicas esenciales. Sin embargo, aún no existe una estrategia integral de observación terrestre.

La mayor parte de las conclusiones, que han sido extraídas de revisiones llevadas a cabo variable por variable y acción por acción, se clasifican en dos grupos separados, uno para mediciones *in situ* y para las basadas en teledetección terrestre y otro para observaciones realizadas por teledetección espacial, aunque muchas aplicaciones hagan un uso combinado de ambos grupos de datos. Hay conclusiones positivas y negativas que han de ser reconocidas y tenidas en cuenta a la hora de planificar las necesidades a satisfacer en el futuro.

Para los componentes *in situ* y otros componentes no espaciales del sistema de observación se encontraron los siguientes aspectos notables:



- El desarrollo de la red Argo y su contribución a la vigilancia, comprensión y predicción del clima ha sido espectacular desde que en el año 2000 desplegó sus primeras boyas para el sondeo de la temperatura y la salinidad. El objetivo original de 3 000 boyas se alcanzó en 2007. La red se sigue extendiendo a mares marginales y altas latitudes, comienza a albergar sensores que miden variables biogeoquímicas y ofrece la posibilidad de obtener datos de mayores profundidades.
- Se han conseguido mejoras en la cobertura y en la calidad de las mediciones de algunas de las redes de observación *in situ* más extensas, incluidas las principales redes meteorológicas.
- En los últimos años se han creado —o se han ampliado significativamente— varias redes oceánicas y terrestres de medición *in situ*, y también de teledetección terrestre, dedicadas a la observación de la composición atmosférica, pero algunos de los objetivos de las mismas no se han alcanzado.
- Algunas redes de observación de la composición atmosférica y de boyas marinas han suministrado recientemente menos observaciones debido a cierres planeados, mantenimiento inadecuado o fallos inesperados de los equipos. Las respuestas para limitar la escasez de datos han sido eficaces. Problemas particulares con las redes de boyas fijas provocaron la rápida revisión del sistema de observación en el Pacífico tropical.
- Las observaciones meteorológicas de superficie realizadas por buques han disminuido en la mayoría de las cuencas oceánicas, pero se han incrementado cerca de las costas.
- Se han reducido algunas lagunas en la cobertura de la superficie terrestre de las redes. Sin embargo, determinadas lagunas locales que parecen pequeñas desde una perspectiva global pueden resultar críticas, especialmente donde existe población en riesgo o donde los cambios locales pueden tener efectos globales.
- El desarrollo de capacidades continúa siendo menor de lo necesario para rellenar de manera



Universidad de California, Merced (Estados Unidos de América)

Torre de medida de flujos en Providence, Sierra Sur, California (Estados Unidos de América)

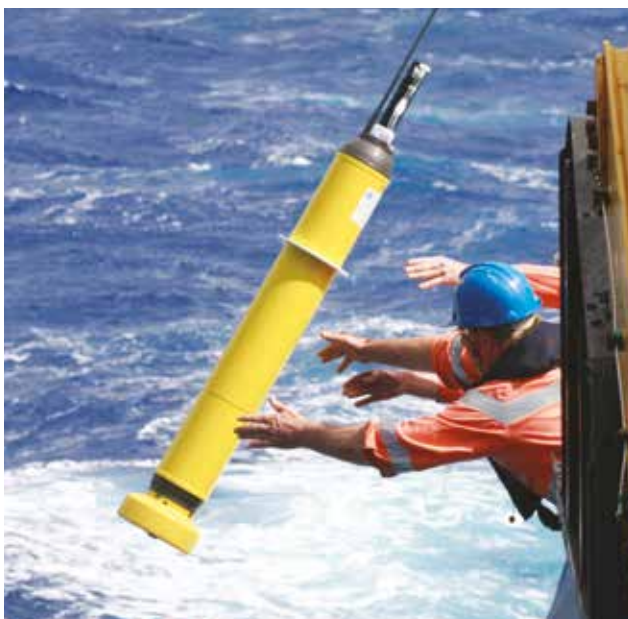
duradera las lagunas críticas de las redes y, de modo más general, para asegurar que los países vulnerables en desarrollo dispongan de las observaciones locales necesarias para adaptarse al cambio climático.

- La automatización ha incrementado la frecuencia temporal de las observaciones y ha permitido que se realicen mediciones en más lugares remotos, pero ciertos temas relativos a la calidad de los datos y a la falta de información complementaria permanecen sin resolver.
- El progreso a la hora de elegir y establecer estaciones y redes de referencia ha sido desigual: aunque bueno en el caso de las mediciones en altitud, continúa siendo un reto conseguir una cobertura global representativa.
- Existen oportunidades para beneficiarse del aumento a nivel mundial del intercambio de datos en tiempo casi real y de la adopción de nuevas claves de cifrado y normas sobre metadatos.

- La recuperación de datos históricos ha avanzado en algunos aspectos, pero todavía es limitada en extensión y se ve obstaculizada por políticas de datos restrictivas.
- La generación de productos basados en datos, como por ejemplo la temperatura del aire, la humedad y la precipitación en superficie, continúa mejorando.
- El mantenimiento de actividades relacionadas con sistemas de observación, que son iniciadas con fondos de investigación limitados en el tiempo, es un problema recurrente.
- Se han registrado aumentos en las cifras de proveedores nacionales, misiones internacionales conjuntas y otros acuerdos de colaboración.
- Se han experimentado muy pocos progresos en la continuación de los sondeos en el limbo (en los que el instrumento observa lateralmente el contorno de la Tierra, en lugar de hacerlo hacia abajo como ocurre en los sondeos del nadir para el caso de la instrumentación de sondeos) y en el establecimiento de una misión de referencia.
- La continuidad de la observación está en riesgo en las medidas de la irradiación solar y de la temperatura de la superficie del mar en el rango de las microondas.

En el caso de los componentes espaciales del sistema de observación cabe citar las siguientes conclusiones:

- Las generaciones nuevas y previstas de sistemas operativos de satélites meteorológicos ofrecen un abanico de observaciones más amplio y de mayor calidad. China se está convirtiendo en el proveedor del tercer pilar en la constelación de sistemas de órbita polar.
- El programa europeo Copernicus está poniendo en operación nuevos tipos de observación, aumentando la cobertura y la calidad de las mediciones, y prestando servicios adicionales.
- Se han probado nuevas técnicas de observación y otras están en preparación para su verificación. El despliegue futuro es incierto en el caso de algunas de estas técnicas ya verificadas, por ejemplo para la observación de nubes, perfil de aerosoles, espesor de hielo marino y humedad del suelo.
- La generación y el suministro de productos derivados de las observaciones satelitales ha progresado, aumentando la atención que se presta a la documentación relativa a su calidad e incertidumbre.
- La cooperación entre organismos ha sido eficaz a la hora de validar productos, comenzar el desarrollo de la estructura de la vigilancia del clima desde el espacio y realizar un inventario de productos.
- El acceso a los datos comienza a ser más abierto, pero se requiere un mayor progreso. Algunos datos de las primeras misiones están por recuperar y su conservación a largo plazo, que puede necesitar un reprocesado, no está completamente asegurada.



CSIRO (Australia)

Lanzamiento de una boya Argo en el océano Índico

Los centros de almacenamiento de datos aumentan con el tiempo, estando generalmente distribuidos por tipo de datos. Los centros internacionales almacenan colecciones de datos *in situ* de la mayor parte de las variables climáticas esenciales, pero no de todas. Los datos satelitales básicos son generalmente archivados por las agencias que operan los satélites mientras que los productos derivados son guardados por las organizaciones

que los generan. Esta manera de funcionar no parece causar problemas pero el Informe señala algunas consideraciones sobre ello.

### **Reanálisis de datos**

Los reanálisis globales de conjuntos completos de observaciones se han mantenido, mejorando sus capacidades, a la vez que se comprenden mejor los requerimientos de los usuarios y las deficiencias de los productos actuales. La actividad se desarrolla más firmemente en Europa a través de la inclusión en el suministro del servicio operativo de Copernicus, y en Japón y en Estados Unidos de América a través del compromiso de los proveedores de continuar y actualizar la producción.

Los reanálisis atmosféricos de las épocas de los radiosondas y los satélites han sido suplementados con reanálisis que abarcan el siglo XX y los años siguientes, asimilando solamente datos de variables atmosféricas de superficie, pero condicionados también por forzamientos radiativos y de observaciones en superficie. Los reanálisis están ahora más consolidados para el océano, la superficie terrestre y la composición atmosférica. También se ha registrado un buen progreso en el desarrollo de sistemas de asimilación de datos que acoplan diferentes elementos del sistema climático, como la atmósfera y el océano.

### **Coordinación internacional**

Se ha fortalecido la organización internacional de los sistemas de observación, especialmente por lo que se refiere a la atmósfera y el océano, mediante el desarrollo del Sistema mundial integrado de sistemas de observación de la OMM y de la revitalización del Sistema Mundial de Observación de los Océanos de la COI. La retirada del apoyo al Sistema Mundial de Observación Terrestre por parte de su principal patrocinador ha restringido la coordinación y normalización para el dominio terrestre, si bien muchos elementos individuales de la observación terrestre han progresado.

En el Informe completo se presentan conclusiones adicionales relativas a aspectos globales y transversales, y a puntos específicos concernientes a los

---

**Se ha fortalecido la organización internacional de los sistemas de observación, especialmente por lo que se refiere a la atmósfera y el océano, mediante el desarrollo del Sistema mundial integrado de sistemas de observación de la OMM y de la revitalización del Sistema Mundial de Observación de los Océanos de la COI.**

---

dominios atmosféricos, oceánicos y terrestres. También se muestra una indicación general del progreso alcanzado durante, al menos, los últimos cinco años realizada evaluando el cumplimiento de las acciones propuestas en el Plan de ejecución del Sistema Mundial de Observación del Clima de 2010.

Para terminar, muchos países han aumentado las contribuciones que ellos o sus organismos intergubernamentales aportan al Sistema, el cual continúa progresando y dando mejor respuesta a las necesidades de una comunidad de usuarios cada vez mayor. Con el paso del tiempo, la longitud de la serie de registros de datos obtenidos con instrumental moderno está aumentando; en los años recientes por la mejora de las observaciones y, en los más antiguos, por la recuperación, reprocesado y reanálisis de los datos. Sin embargo, el Sistema, a pesar de todo, continúa sin alcanzar algunos requisitos esenciales que la información climatológica observacional necesita con urgencia ante el cambio climático antrópico. Las acciones que se requieran serán establecidas en el próximo nuevo plan de ejecución que el SMOC está preparando para su publicación durante 2016.

Invitamos a los lectores a consultar el Informe para tener una imagen completa del progreso logrado en los últimos años, pero también para comprender mejor cuánto trabajo queda por hacer.